

DOCKET NO.: 256467US2PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Takayuki KATSUNUMA

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/01052

INTERNATIONAL FILING DATE: February 3, 2003

FOR: ETCHING METHOD AND ETCHING APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTIONCommissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

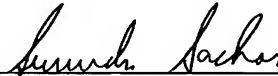
Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	2002-030836	07 February 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/01052. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

Rec'd PCT/PTO 27 JUL 2004

PCT/JPO3/01006
27.02.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 2月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-030836

[ST.10/C]:

[JP 2002-030836]

出 願 人

Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

REC'D 21 MAR 2003

WIPO

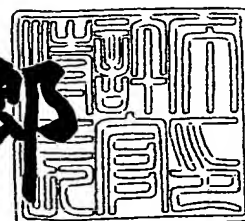
PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 1月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3002986

Best Available Copy

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP012268

【提出日】 平成14年 2月 7日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 21/302

【発明の名称】 エッチング方法

【請求項の数】 8

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 勝沼 隆幸

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077849

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 須山 佐一

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 014395

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9104549

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エッチング方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭素とフッ素とを含むガス、酸素ガス、及び不活性ガスを含む混合ガスを使用してマスク材のパターン形状に基づいてシリコン含有酸化物をエッチングするエッチング方法であって、

不活性ガス流量に対する炭素とフッ素とを含むガス流量と酸素ガス流量との合計流量の比率（（炭素とフッ素とを含むガス流量＋酸素ガス流量）／不活性ガス流量）が0.02以下で、エッチングによってシリコン含有酸化物中に略垂直な角部を形成することを特徴とするエッチング方法。

【請求項2】 請求項1記載のエッチング方法において、

前記不活性ガス流量に対する炭素とフッ素とを含むガス流量と酸素ガス流量との合計流量の比率（（炭素とフッ素とを含むガス流量＋酸素ガス流量）／不活性ガス流量）が0.015以下であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項3】 請求項1又は2記載のエッチング方法において、

前記不活性ガス流量に対する炭素とフッ素とを含むガス流量と酸素ガス流量との合計流量の比率（（炭素とフッ素とを含むガス流量＋酸素ガス流量）／不活性ガス流量）が0.003以上であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項4】 請求項1～3いずれか1項記載のエッチング方法において、

前記不活性ガスがアルゴンであることを特徴とするエッチング方法。

【請求項5】 請求項4記載のエッチング方法において、

前記炭素とフッ素とを含むガスが、 C_5F_8 であることを特徴とするエッチング方法。

【請求項6】 請求項1～5いずれか1項記載のエッチング方法において、

上部電極と下部電極が対向して配置されたエッチング装置の前記下部電極に、前記シリコン含有酸化物を有する被処理物を載置し、前記下部電極に高周波電力を印加してエッチングを行うことを特徴とするエッチング方法。

【請求項7】 請求項6記載のエッチング方法において、

前記シリコン含有酸化物がシリコン酸化膜であることを特徴とするエッチング

方法。

【請求項8】 請求項6又は7記載のエッチング方法において、

前記高周波電力によって形成される高周波電界に対して略垂直な磁場を形成した状態でエッチングを行うことを特徴とするエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、微細な回路構造を有する半導体装置や、その他の微細構造を有する装置を製造する際に用いられるエッチング方法に係り、特に、マスク材のパターン形状に基づいてシリコン酸化物をエッチングして略垂直な角部を有する溝等を形成するエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、例えば半導体装置の製造分野においては、半導体装置の微細な回路構造を形成する際に、所定のエッチングガスを使用し、このエッチングガスのプラズマを発生させ、このプラズマの作用によって、所望部位のエッチングを行う所謂ドライエッチングが多用されている。

【0003】

また、近年においては、半導体装置以外の装置においても、微細構造を有する装置においては、機械的に切削等を行う代わりに、マスク材のパターン形状に基づいてドライエッチングにより所望部位をエッチングし、微細構造を製造することが行われている。

【0004】

このようなドライエッチングにおいて、シリコン酸化物をプラズマエッチングする場合、例えば、炭素とフッ素とを含むガス、酸素ガス、及び不活性ガスを含む混合ガス、より具体的には、例えば、 C_5F_8 ガス、 O_2 ガス、Ar ガスを含む混合ガス等が用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述したとおり、従来からシリコン酸化物のエッチングに際しては、 C_5F_8 ガス、 O_2 ガス、Ar ガスを含む混合ガス等が用いられている。

【0006】

しかしながら、本発明者等が詳査したところ、例えば、図6(a)に示すように、半導体ウエハW上に形成されたシリコン酸化膜（例えば、熱酸化膜）101上に所望パターンのマスク材層102を形成し、この後、図6(b)に示すように、マスク材層102のパターン形状に基づいて、シリコン酸化膜101の露出部分を、 C_5F_8 ガスと O_2 ガスとAr ガスを含む混合ガスを用いてプラズマエッチングし、シリコン酸化膜101に溝（トレンチ）103を形成する場合、図中点線で示すように、本来は略直角な角部が形成されるはずの側壁部の麓部分（溝103の底部の角部）に、不所望な溝、所謂マイクロトレンチが形成されるという問題があることが判明した。

【0007】

ここで、上記のマイクロトレンチがどの程度生じているかを、数値で評価するには、図6に矢印Aで示すマイクロトレンチ部分以外の平坦部のシリコン酸化膜101のエッチング深さと、矢印Bで示すマイクロトレンチ部分のシリコン酸化膜101のエッチング深さを測定し、これらの比（ B/A ）（以下、マイクロトレンチ係数と言う。）を求めることによって行うことができる。なお、このマイクロトレンチ係数による評価では、マイクロトレンチ係数が略1になることが好ましいが、図6に示すような場合、後述するように、上記マイクロトレンチ係数の値は、1.14以上となる。

【0008】

上記のようなマイクロトレンチが発生すると、例えば、溝（トレンチ）内に配線材料やその他の材料を埋め込む際には、マイクロトレンチの部分にこの材料が十分に埋め込まれずに空間が形成されてしまうという問題が生じる可能性があり、また、機械部品等として使用する場合には、マイクロトレンチの存在により、機械的強度が低下してしまう等の問題が発生する可能性がある。このため、上記のようなマイクロトレンチの発生はできる限り抑制する必要がある。

【0009】

本発明は、かかる従来の事情に対処してなされたもので、マイクロレンチの発生を抑制することができ、精度良く所望形状のエッチングを行うことのできるエッチング方法を提供しようとするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

すなわち、請求項1記載の発明は、炭素とフッ素とを含むガス、酸素ガス、及び不活性ガスを含む混合ガスを使用してマスク材のパターン形状に基づいてシリコン含有酸化物をエッチングするエッチング方法であって、不活性ガス流量に対する炭素とフッ素とを含むガス流量と酸素ガス流量との合計流量の比率（（炭素とフッ素とを含むガス流量＋酸素ガス流量）／不活性ガス流量）が0.02以下で、エッチングによってシリコン含有酸化物中に略垂直な角部を形成することを特徴とする。

【0011】

請求項2の発明は、請求項1記載のエッチング方法において、前記不活性ガス流量に対する炭素とフッ素とを含むガス流量と酸素ガス流量との合計流量の比率（（炭素とフッ素とを含むガス流量＋酸素ガス流量）／不活性ガス流量）が0.015以下であることを特徴とする。

【0012】

請求項3の発明は、請求項1又は2記載のエッチング方法において、前記不活性ガス流量に対する炭素とフッ素とを含むガス流量と酸素ガス流量との合計流量の比率（（炭素とフッ素とを含むガス流量＋酸素ガス流量）／不活性ガス流量）が0.003以上であることを特徴とする。

【0013】

請求項4の発明は、請求項1～3いずれか1項記載のエッチング方法において、前記不活性ガスがアルゴンであることを特徴とする。

【0014】

請求項5の発明は、請求項4記載のエッチング方法において、前記炭素とフッ素とを含むガスが、 C_5F_8 であることを特徴とする。

【0015】

請求項6の発明は、請求項1～5いずれか1項記載のエッチング方法において、上部電極と下部電極が対向して配置されたエッチング装置の前記下部電極に、前記シリコン含有酸化物を有する被処理物を載置し、前記下部電極に高周波電力を印加してエッチングを行うことを特徴とする。

【0016】

請求項7の発明は、請求項6記載のエッチング方法において、前記シリコン含有酸化物がシリコン酸化膜であることを特徴とする。

【0017】

請求項8の発明は、請求項6又は7記載のエッチング方法において、前記高周波電力によって形成される高周波電界に対して略垂直な磁場を形成した状態でエッチングを行うことを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の詳細を、実施の形態について図面を参照して説明する。

【0019】

図2は、本実施形態に使用したプラズマエッチング装置の概略構成を模式的に示すもので、同図において、符号1は、材質が例えばアルミニウム等からなり、内部を気密に閉塞可能に構成され、プラズマ処理室を構成する円筒状の真空チャンバを示している。

【0020】

上記真空チャンバ1は、小径の上部1aと大径の下部1bからなる段付きの円筒形状とされており、接地電位に接続されている。また、真空チャンバ1の内部には、被処理基板としての半導体ウエハWを、被処理面を上側に向けて略水平に支持する支持テーブル（サセプタ）2が設けられている。

【0021】

この支持テーブル2は、例えばアルミニウム等の材質で構成されており、セラミックなどの絶縁板3を介して導体の支持台4に支持されている。また支持テーブル2の上方の外周には導電性材料または絶縁性材料で形成されたフォーカスリング5が設けられている。

【 0 0 2 2 】

また、支持テーブル 2 の半導体ウエハ W の載置面には、半導体ウエハ W を静電吸着するための静電チャック 6 が設けられている。この静電チャック 6 は、絶縁体 6 b の間に電極 6 a を配置して構成されており、電極 6 a には直流電源 1 3 が接続されている。そして電極 6 a に電源 1 3 から電圧が印加されることにより、例えばクーロン力によって半導体ウエハ W が吸着されるようになっている。

【 0 0 2 3 】

さらに、支持テーブル 2 には、冷媒を循環するための冷媒流路（図示せず）と、冷媒からの冷熱を効率よく半導体ウエハ W に伝達するために半導体ウエハ W の裏面に H e ガスを供給するガス導入機構（図示せず）とが設けられ、半導体ウエハ W を所望の温度に温度制御できるようになっている。なお、この H e ガスのガス圧は、半導体ウエハ W のセンター部とエッジ部とに別けて独立に制御できるよう構成されている。また、真空チャンバ 1 内の処理空間を構成する部分に対応した部分については、トップ／ウォール／ボトムの夫々の部分について独立に温度制御できるように構成されている。

【 0 0 2 4 】

上記支持テーブル 2 と支持台 4 は、ボールねじ 7 を含むボールねじ機構により昇降可能となっており、支持台 4 の下方の駆動部分は、ステンレス鋼（S U S）製のベローズ 8 で覆われ、ベローズ 8 の外側にはベローズカバー 9 が設けられている。

【 0 0 2 5 】

また、支持テーブル 2 のほぼ中央には、高周波電力を供給するための給電線 1 2 が接続されている。この給電線 1 2 にはマッチングボックス 1 1 及び高周波電源 1 0 が接続されている。高周波電源 1 0 からは、1 3 . 5 6 ~ 1 5 0 M H z の範囲の高周波電力（、本実施形態では 1 3 . 5 6 M H z の高周波電力）が、支持テーブル 2 に供給されるようになっている。

【 0 0 2 6 】

さらに、フォーカスリング 5 の外側には排気リング 1 4 が設けられている。排気リング 1 4 は、支持台 4、ベローズ 8 を介して真空チャンバ 1 と電気的に導通

している。

【 0 0 2 7 】

一方、支持テーブル 2 の上方の真空チャンバ 1 の天壁部分には、シャワーヘッド 1 6 が、支持テーブル 2 と平行に対向する如く設けられており、このシャワーヘッド 1 6 は接地されている。したがって、これらの支持テーブル 2 およびシャワーヘッド 1 6 は、一对の電極として機能するようになっている。

【 0 0 2 8 】

上記シャワーヘッド 1 6 は、その下面に多数のガス吐出孔 1 8 が設けられており、且つその上部にガス導入部 1 6 a を有している。そして、その内部にはガス拡散用空隙 1 7 が形成されている。ガス導入部 1 6 a にはガス供給配管 1 5 a が接続されており、このガス供給配管 1 5 a の他端には、エッチング用の処理ガスを供給する処理ガス供給系 1 5 が接続されている。

【 0 0 2 9 】

処理ガス供給系 1 5 から供給されるエッチング用の処理ガスは、炭素とフッ素とを含むガス、酸素ガス、及び不活性ガスを含む混合ガスであり、本実施の形態では、 C_5F_8 ガスと、 O_2 ガスと、Ar ガスとの混合ガスである。この処理ガスが、処理ガス供給系 1 5 からガス供給配管 1 5 a、ガス導入部 1 6 a を介してシャワーヘッド 1 6 のガス拡散用空隙 1 7 に至り、ガス吐出孔 1 8 から吐出され、半導体ウエハ W に形成された膜のエッチングに供されるようになっている。

【 0 0 3 0 】

また、真空チャンバ 1 の下部 1 b の側壁には、排気ポート 1 9 が形成されており、この排気ポート 1 9 には排気系 2 0 が接続されている。そして排気系 2 0 に設けられた真空ポンプを作動させることにより真空チャンバ 1 内を所定の真空度まで減圧することができるようになっている。さらに、真空チャンバ 1 の下部 1 b の側壁上側には、半導体ウエハ W の搬入出口を開閉するゲートバルブ 2 4 が設けられている。

【 0 0 3 1 】

一方、真空チャンバ 1 の上部 1 a の外側周囲には、真空チャンバ 1 と同心状に、環状の磁場形成機構（リング磁石） 2 1 が配置されており、支持テーブル 2 と

シャワーヘッド16との間の処理空間に磁場を形成するようになっている。この磁場形成機構21は、回転機構25によって、その全体が、真空チャンバ1の回りを所定の回転速度で回転可能とされている。

【0032】

なお、磁場形成機構21としては、ダイポール磁場を形成するタイプのもの、或いは、マルチポール磁場を形成するタイプのものを使用することが可能であるが、本実施形態では、高周波電界に対して略垂直なダイポール磁場を形成する磁場形成機構21を用いている。

【0033】

また、真空チャンバ1の処理空間に相当する部分の側壁部には、光ファイバー28aが接続されており、UV光源ユニット28から、この光ファイバー28aを介して、真空チャンバ1内の処理空間に、所定の紫外線(UV)を照射することができるようになっている。このように処理空間に紫外線を照射するのは、真空チャンバ1内の抵抗値(特に高周波印加電極側)の状態によっては、高周波印加のみでは、プラズマが着火し難いためであり、高周波印加と同時に紫外線照射を行うことによって、処理ガスを励起し、電離してプラズマが着火し易くすることができる。

【0034】

なお、上記紫外線としては、波長が短い程好ましく、例えば、波長300nm以下のものを使用することができ、照射は、例えば0.5～5秒程度行うことが好ましい。また、本実施形態では、光ファイバー28aによって、真空チャンバ1内に紫外線を導入するようになっているので200nm以下の短い波長の紫外線でも導入路でのエネルギーの損失なく照射できる。波長が長い場合は、真空チャンバ1に窓を設け、この窓の外から真空チャンバ1内に紫外線を照射し、真空チャンバ1内に紫外線を導入することもできる。

【0035】

上記のように構成されたプラズマエッチング装置を用いて、本実施形態では、図1(a)に示すように、シリコン酸化膜(熱酸化膜)101上に所望パターンのマスク材層102を形成した半導体ウエハWを用い、マスク材層102のパタ

ーン形状に基づいて、シリコン酸化膜101の露出部分をエッチングし、溝（トレンチ）103を形成した。溝（トレンチ）103の幅は、約 $5.75\mu\text{m}$ である。

【0036】

このエッチング手順について説明すると、まず、ゲートバルブ24を開放し、このゲートバルブ24に隣接して配置されたロードロック室（図示せず）を介して、搬送機構（図示せず）により半導体ウエハWを真空チャンバ1内に搬入し、予め所定の位置に下降されている支持テーブル2上に載置する。そして、直流電源13から静電チャック6の電極6aに所定の電圧を印加し、半導体ウエハWをクーロン力により吸着する。

【0037】

この後、搬送機構を真空チャンバ1外へ退避させた後、ゲートバルブ24を閉じ、支持テーブル2を図1に示される位置まで上昇させると共に、排気系20の真空ポンプにより排気ポート19を通じて真空チャンバ1内を排気する。

【0038】

真空チャンバ1内が所定の真空度になった後、真空チャンバ1内には、処理ガス供給系15から、 C_5F_8 ガスと、 O_2 ガスと、Arガスとの混合ガスからなる処理ガスが、所定流量で導入され、真空チャンバ1内が所定の圧力、例えば $1.33\sim 133\text{Pa}$ （ $10\sim 1000\text{mTorr}$ ）、本実施形態では、 13.3Pa （ 100mTorr ）又は 5.32Pa （ 40mTorr ）に保持される。

【0039】

そして、この状態で高周波電源10から、支持テーブル2に、所定周波数、本実施形態では 13.56MHz の高周波電力を供給するとともに、プラズマの着火時には、前述したUV光源ユニット28から紫外線の照射を行う。

【0040】

この場合に、下部電極である支持テーブル2に高周波電力が印加されることにより、上部電極であるシャワーヘッド16と下部電極である支持テーブル2との間の処理空間には高周波電界が形成されるとともに、磁場形成機構21による磁場が形成され、この状態でプラズマによるシリコン酸化膜101のエッチングが

行われる。

【0041】

そして、所定のエッチング処理が実行されると、高周波電源10からの高周波電力の供給が停止し、エッチング処理を停止して、上述した手順とは逆の手順で、半導体ウエハWを真空チャンバ1外に搬出する。

【0042】

ここで、上記のエッチングにおけるさらに詳細なエッチング条件は、以下のとおりである。

【0043】

$C_5F_8 / O_2 / Ar = 6 / 4 / 1000 \text{ sccm}$

$(C_5F_8 + O_2) / Ar = 0.01 (1\%)$

圧力 = 13.3 Pa (100 mTorr)

高周波出力 = 1500 W

電極間ギャップ = 27 mm

バックヘリウム圧力 (センター/エッジ) = 5320 / 26600 Pa (4 / 20 Torr)

温度 (トップ/ウォール/ボトム) = 60 / 60 / 30 °C

【0044】

この結果、図1(b)に示すように、ほとんどマイクロトレンチが生じることなく、側壁部の麓部分が略直角な角部とされた形状を得ることができた。マイクロトレンチ係数 (B/A) は約 1.03 ($A = 4.84 \mu\text{m}$, $B = 5.00 \mu\text{m}$) であった。

【0045】

図3, 4は、上記のシリコン酸化膜101のエッチングにおいて、Arの流量に対する $C_5F_8 + O_2$ 合計流量の比率 $(C_5F_8 + O_2) / Ar$ を変化した場合のエッチングレートの変化の様子 (図3の実線C)、エッチングレート均一性 (面内均一性) の変化の様子 (図3の実線D)、及び、マイクロトレンチ係数の変化の様子 (図4の実線E) を示したものである。

【0046】

なお、図3において、上記実線C、Dが、P1、P2と、P3、P4に、途中で2つに別れているのは、図中左側のP1、P2実線の場合、圧力を13.3 Pa (100 mTorr) とし、図中右側のP3、P4実線の場合、圧力を5.32 Pa (40 mTorr) として異なる圧力としたためである。

【0047】

また、P1における各ガスの具体的な流量は、前述したとおりの、

$$C_5 F_8 / O_2 / Ar = 6 / 4 / 1000 \text{ sccm}$$

$$((C_5 F_8 + O_2) / Ar = 0.01 (1\%))$$

であり、P2とP3は同じで、

$$C_5 F_8 / O_2 / Ar = 6 / 4 / 500 \text{ sccm}$$

$$((C_5 F_8 + O_2) / Ar = 0.02 (2\%))$$

であり、P4は、

$$C_5 F_8 / O_2 / Ar = 12 / 9 / 500 \text{ sccm}$$

$$((C_5 F_8 + O_2) / Ar = 0.04 (4\%))$$

である。

【0048】

また、マイクロレンチ係数 (B/A) 及びA、Bの具体的な値は、P1については前記したとおりであり、P2のマイクロレンチ係数 (B/A) は約1.10 ($A=5.43 \mu\text{m}$ 、 $B=5.99 \mu\text{m}$)、P3のマイクロレンチ係数 (B/A) は約1.10 ($A=5.87 \mu\text{m}$ 、 $B=6.46 \mu\text{m}$)、P4のマイクロレンチ係数 (B/A) は約1.15 ($A=7.30 \mu\text{m}$ 、 $B=8.37 \mu\text{m}$) であった。

【0049】

図4の実線Eに示されるように、マイクロレンチ係数は、Arの流量に対する $C_5 F_8 + O_2$ 合計流量の比率 ($(C_5 F_8 + O_2) / Ar$) の値が低い方が良好になる傾向にある。マイクロレンチ係数は、1.10～1.00とすることが好ましく、このため、Arの流量に対する $C_5 F_8 + O_2$ 合計流量の比率 ($(C_5 F_8 + O_2) / Ar$) の値は、好ましくは0.02 (2%) 以下とし、さらに好ましくは0.015 (1.5%) 以下とする。

【0050】

一方、図3の実線Cに示されるように、上記の A_r の流量に対する $C_5 F_8 + O_2$ 合計流量の比率 $((C_5 F_8 + O_2) / A_r)$ の値が低くなるとエッチングレートが低下する傾向にあり、また、図3の実線Dに示されるように、この値が低くなるとエッチングレート均一性（面内均一性）が悪化する傾向にある。このため、 A_r の流量に対する $C_5 F_8 + O_2$ 合計流量の比率 $((C_5 F_8 + O_2) / A_r)$ の値は、0.003（0.3%）程度以上とすることが好ましい。

【0051】

なお、以上のような構成の混合ガスを選択することによって、マイクロトレンチの形成が抑制されるメカニズムは、以下のように推測される。

【0052】

すなわち、マイクロトレンチが形成される一因として、エッチングに伴う堆積物が図6（b）に示される矢印Aの部分（溝103の平坦な部分）に多く堆積してエッチングレートを低下させ、このような堆積物が少ない矢印Bの部分（マイクロトレンチの部分）のエッチングレートとの間に差ができることが考えられる。そして、上記のように A_r の流量に対する $C_5 F_8 + O_2$ 合計流量の比率 $((C_5 F_8 + O_2) / A_r)$ を低下させ、混合ガスの中の A_r の量を増大させると、 A_r によるスパッタ作用により上記の堆積物が除かれ、上記のエッチングレートの差が解消されることにより、マイクロトレンチの形成が抑制されるものと推測される。

【0053】

図5は、図1の場合とは異なり、溝（トレンチ）の幅が狭い（幅＝約 $0.6 \mu m$ ）場合のパターンについて、エッチングを行った場合の A_r の流量に対する $C_5 F_8 + O_2$ 合計流量の比率 $(C_5 F_8 + O_2) / A_r$ と、エッチングレート（実線F）及びマイクロトレンチ係数（実線G）との関係を示したものである。なお、エッチング条件は、流量比率については、

【0054】

$$C_5 F_8 / O_2 / A_r = 6 / 4 / 500 \text{ sccm}$$

$$((C_5 F_8 + O_2) / A_r = 0.02 (2\%))$$

及び、

$$C_5 F_8 / O_2 / Ar = 6 / 4 / 800 \text{ sccm}$$

$$((C_5 F_8 + O_2) / Ar = 0.0125 (1.25\%))$$

であり、その他の条件は、

$$\text{圧力} = 15.96 \text{ Pa} (120 \text{ mTorr})$$

$$\text{高周波出力} = 1400 \text{ W}$$

$$\text{電極間ギャップ} = 27 \text{ mm}$$

$$\text{バックヘリウム圧力 (センター/エッジ)} = 931 / 5320 \text{ Pa} (7 / 40 \text{ Torr})$$

$$\text{温度 (トップ/ウォール/ボトム)} = 60 / 60 / 20^\circ \text{C}$$

である。

【0055】

同図に示されるとおり、溝（トレンチ）の幅が狭い場合についても、Arの流量に対する $C_5 F_8 + O_2$ 合計流量の比率（ $(C_5 F_8 + O_2) / Ar$ ）の値を0.02（2%）以下とすることによって、マイクロトレンチ係数を1.1以下の良好な状態とすることができた。

【0056】

なお、上記の実施形態では、炭素とフッ素とを含むガスとして、 $C_5 F_8$ を用いた場合について説明したが、炭素とフッ素とを含むガスとしては、例えば、 $C_4 F_6$ 、 $C_3 F_8$ 、 $C_4 F_8$ 等の他の各種のガスも使用することができる。また、上記の実施形態では、不活性ガスとして、Arを用いた場合について説明したが、不活性ガスとしては、例えば、Xe、Kr等の他の不活性ガスも使用することができる。

【0057】

また、上記の実施形態では、エッチングするシリコン酸化物として、半導体ウエハWに形成された熱酸化膜をエッチングした場合について説明したが、シリコン酸化物は、熱酸化膜に限らず、CVD膜やSOG膜、或いは石英等にも同様に適用することができ、リン、ボロン等の不純物を含むものであってもよい。また、半導体ウエハW上のシリコン酸化物に限らず、あらゆるシリコン酸化物に

適用することができる。

【0058】

また、シリコン酸化膜のみならず、 SiOC 、 SiON 、 SiOF などの無機LowK膜として知られるシリコン含有酸化物に対しても、適用することができる。

【0059】

また、マスク材としてはレジストなどの有機材料が用いられるが、エッチング量が多い場合は、マスク材がエッチングされてマスクとして機能しなくなる場合がある。そのような場合はシリコン窒化膜などの耐エッチング性の大きい窒化膜などの無機材料膜を用いることができる。

【0060】

さらに、エッチングに使用するエッチング装置は、例えば、上部電極と下部電極の双方に高周波電圧を印加するタイプのものや、ECRプラズマエッチング装置、ヘリコン波プラズマエッチング装置、TCP形プラズマエッチング装置、誘導結合形プラズマエッチング装置等、あらゆる装置を使用することができる。

【0061】

【発明の効果】

以上説明したとおり、本発明によれば、マイクロレンチの発生を抑制することができ、精度良く所望形状のエッチングを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のエッチング方法の一実施形態を説明するための図。

【図2】

本発明の一実施形態に使用するプラズマ処理装置の概略構成を示す図。

【図3】

$(\text{C}_5\text{F}_8 + \text{O}_2) / \text{Ar}$ とエッチングレート及びエッチングレート均一性との関係を示す図。

【図4】

$(\text{C}_5\text{F}_8 + \text{O}_2) / \text{Ar}$ とマイクロレンチ係数との関係を示す図。

【図 5】

トレンチの幅が狭い場合の $(C_5 F_8 + O_2) / Ar$ とマイクロトレンチ係数との関係を示す図。

【図 6】

本発明の解決課題を説明するための図。

【符号の説明】

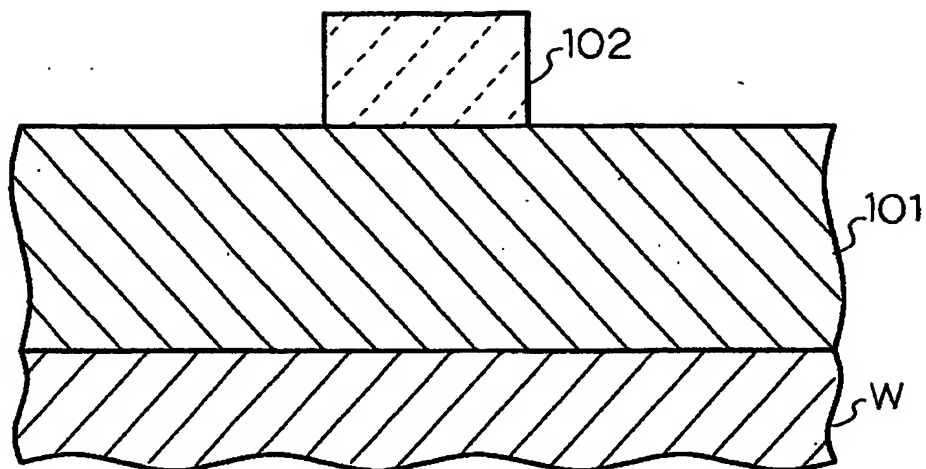
W……半導体ウエハ、101……シリコン酸化膜（熱酸化膜）、102……マスキ材層、103……溝（トレンチ）。

【書類名】

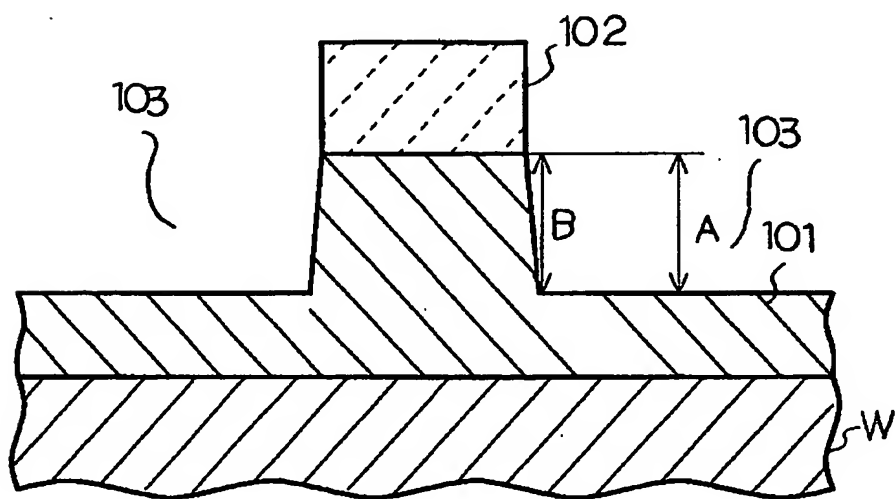
図面

【図 1】

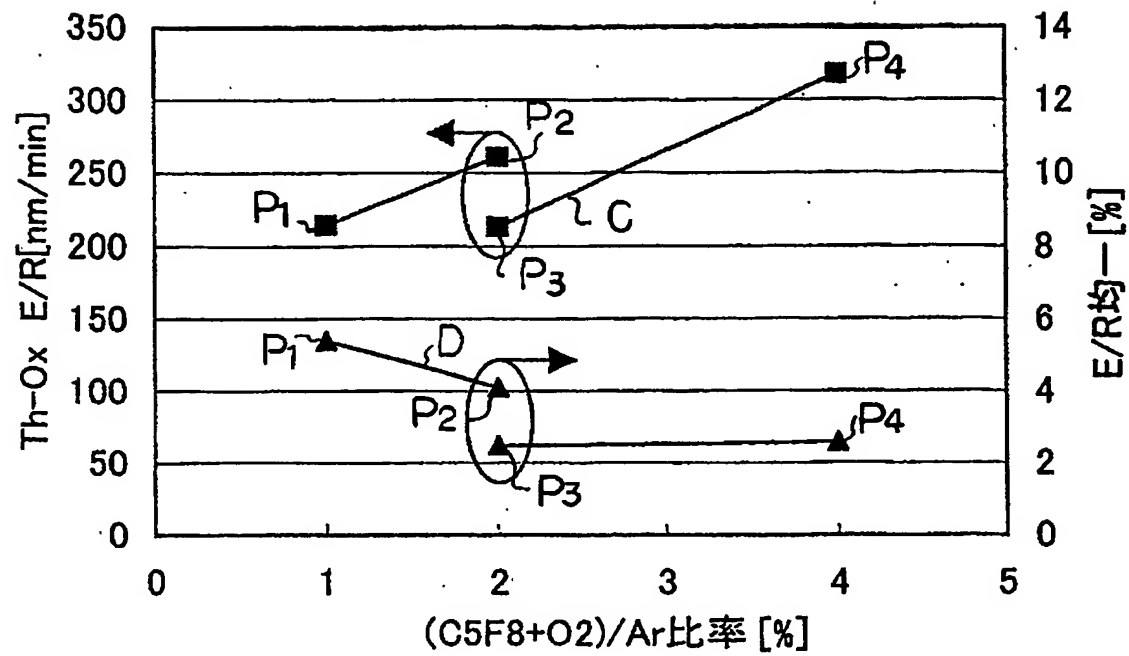
(a)



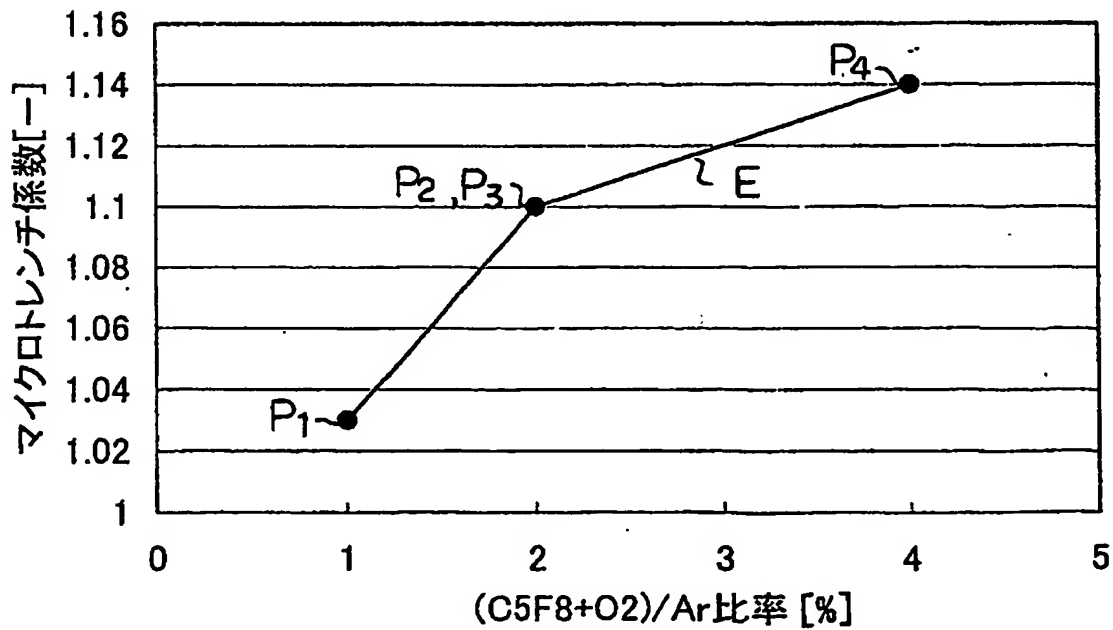
(b)



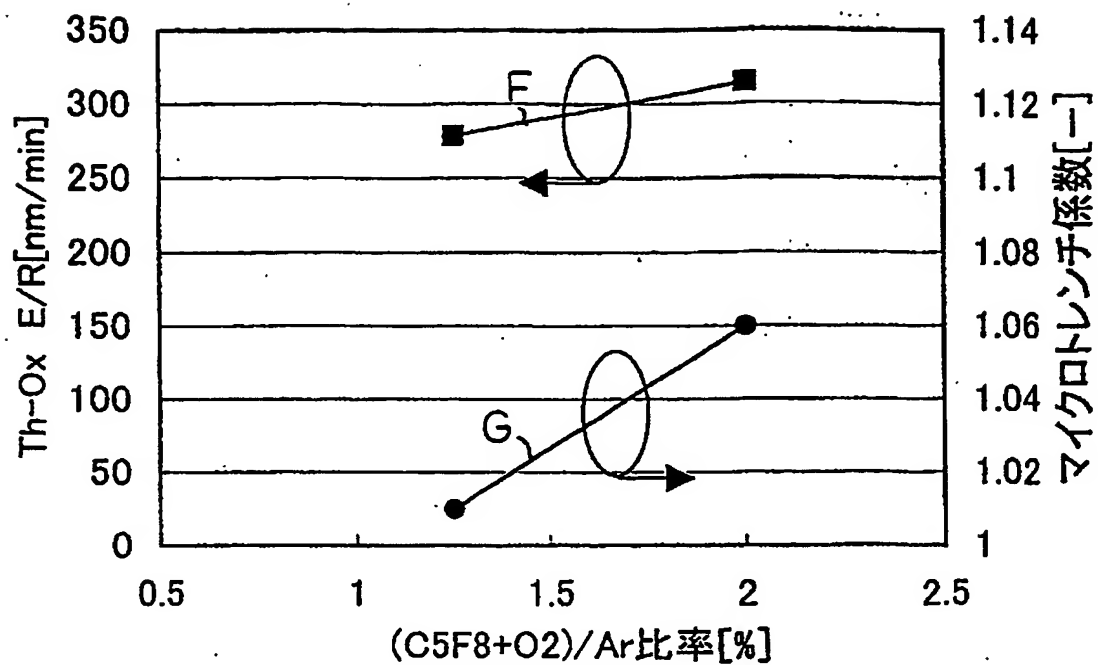
【図3】



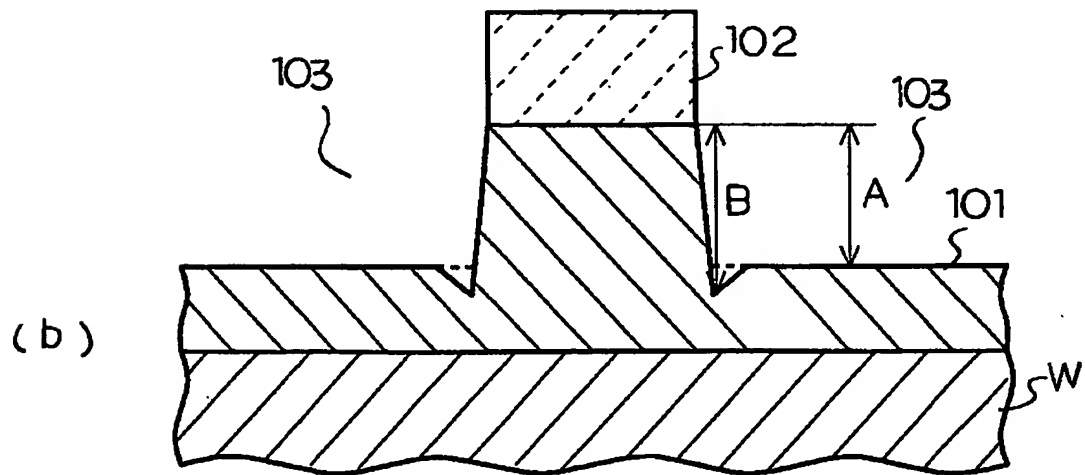
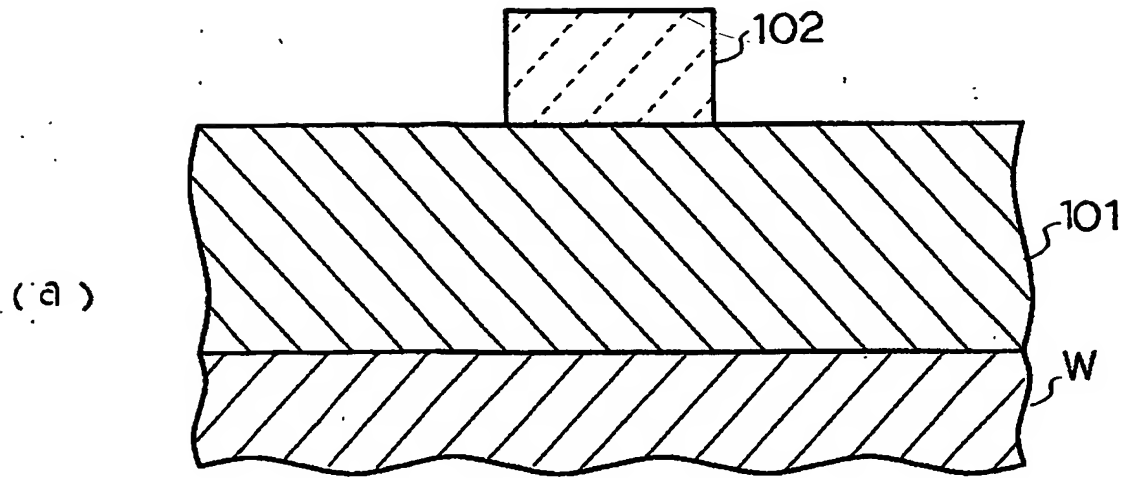
【図4】



【図 5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マイクロトレンチの発生を抑制することができ、精度良く所望形状のエッチングを行うことのできるエッチング方法を提供する。

【解決手段】 シリコン酸化膜 1 0 1 上に所望パターンのマスク材層 1 0 2 を形成し、A r の流量に対する $C_5 F_8 + O_2$ 合計流量の比率 $((C_5 F_8 + O_2) / A r)$ の値を 0. 0 2 (2 %) 以下とした混合ガスを用い、プラズマエッチングにより、マスク材層 1 0 2 のパターン形状に基づいて、シリコン酸化膜 1 0 1 の露出部分をエッチングし、シリコン酸化膜 1 0 1 中に、略垂直な角部を形成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号

氏 名 東京エレクトロン株式会社